

**УДК 621.9.06**

**С.В. Струтинський, канд. техн. наук, А.А. Гуржій, канд. техн. наук**  
НТУУ «Київський політехнічний інститут»

## **СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ СФЕРИЧНИХ ШАРНІРІВ ПРОСТОРОВИХ СИСТЕМ ПРИВОДІВ**

**S.V. Strutynsky, Ph.D., Gurzhiy A.A., Ph.D.**

### **MODERN MANUFACTURING PARTS SPHERICAL HINGE SPATIAL DRIVE SYSTEMS**

Просторові системи приводів застосовуються в прогресивному технологічному обладнанні, зокрема в маніпуляторах, промислових роботах, вимірювальних машинах, металорізальних верстатах та інших. Просторові системи приводів мають з'єднання у вигляді сферичних шарнірів. Для підвищення ефективності просторових систем приводів розроблена принципово нова (інноваційна) елементна база. Розробки здійснено на основі застосування новітніх технологій. Це дало можливість суттєвим чином підвищити точність шарнірів, поліпшити їх статичні і динамічні характеристики та знизити вартість виробництва.

Основною проблемою виготовлення сферичних шарнірів є забезпечення точності поверхні сфери шарніра в межах 1 мкм та забезпечення точного спряження сфери із охоплюючою сферичною поверхнею із рівномірним радіальним зазором в межах 10...20 мкм. Запропоновано виготовляти сфери із кераміки (карбід бора, нітрид бора). Дані сфери мають високу точність (відхилення від сферичності в межах 1 мкм), високу твердість та зносостійкість. При використанні сфер із кераміки виникає технологічна проблема закріплення сфери на хвостовику шарніра. Дана проблема вирішена виконанням у сфері глухого отвору із подальшим закріпленням хвостовика в отворі клеєвою сумішшю. Отвір у сфері із кераміки виконано гідро абразивним методом з використанням гідроструменевої установки високого тиску (600 МПа). Сфера із кераміки має високий рівень остаточних напружень. Тому при виконанні отвору можливе руйнування сфери. Для запобігання руйнування запропонована спеціальна методика формування переходів при гідроструменевої обробці.

Для вирішення проблеми виготовлення точних охоплюючих сферичних поверхонь шарнірів запропоновано сучасні комп'ютерно-інтегровані технології. Охоплююча ділянка сфери виготовляється із фотополімера методом лазерної стереолітографії. По твердотільній моделі деталі шарніра здійснюється пошарове осадження фотополімера. Запропоновані методи армування виготовлених поверхонь та спеціальні методи виготовлення точних сферичних поверхонь. В подальшому здійснюється механічна обробка сферичного сегмента і доводочна операція. При цьому доводка проводиться шляхом безабразивного притирання сферичної поверхні, яка встановлюється в корпусі шарніра. В результаті досягається відхилення від сферичності в межах 3-5 мкм. На сферичній поверхні із фотополімера шляхом механічної обробки формуються кармани аеростатичних опор. Вони мають вигляд конічних заглибин та канавок трикутного поперечного перетину. Дросельні отвори аеростатичних опор виконуються на завершальних стадіях обробки свердлами малого діаметра. Застосування сучасних технологій дало можливість створити високоточні аеростатичні сферичні шарніри, які є ефективною елементною базою просторових систем приводів. Виготовлені дослідні зразки шарнірів підтвердили їх ефективність.

Вартість виготовлених деталей із фотополімера набагато нижча вартості металевих деталей, виготовлених традиційними методами.